

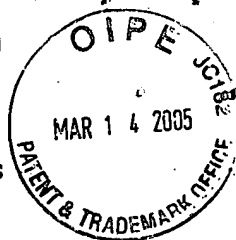
**PART B - FEE(S) TRANSMITTAL**  
**PAGE 2**

**ADDITIONAL ATTACHMENTS**

TRANSMITTAL LETTER (WITH MAILING CERTIFICATE) and  
CERTIFIED COPY OF JAPANESE PATENT APPLN. NO.  
2002-234388



BRUCE L. ADAMS  
VAN C. WILKS.



JOHN R. BENEFIEL.  
PAUL R. HOFFMAN  
TAKESHI NISHIDA  
FRANCO S. DE LIQUORI.

\*NOT ADMITTED IN NEW YORK  
\*REGISTERED PATENT AGENT

## ADAMS & WILKS

ATTORNEYS AND COUNSELORS AT LAW  
50 BROADWAY  
31st FLOOR  
NEW YORK, NEW YORK 10004

RIGGS T. STEWART  
(1924-1993)

TELEPHONE  
(212) 809-3700

FACSIMILE  
(212) 809-3704

MARCH 10, 2005

COMMISSIONER FOR PATENTS  
Washington, DC 20231

Re: Patent Application of Atsuo FUKUI  
Serial No. 10/626,449 Filing Date: July 24, 2003  
Examiner: Jessica Y. Han Group Art Unit: 2838  
Docket No. S004-5079

S I R:

The above-identified application was filed claiming the right of priority based on the following foreign application(s).

- |                                |             |                       |
|--------------------------------|-------------|-----------------------|
| 1. Japanese Patent Appln. No.  | 2002-234388 | filed August 12, 2002 |
| 2. Japanese Patent Appln. No.  |             | filed                 |
| 3. Japanese Patent Appln. No.  |             | filed                 |
| 4. Japanese Patent Appln. No.  |             | filed                 |
| 5. Japanese Patent Appln. No.  |             | filed                 |
| 6. Japanese Patent Appln. No.  |             | filed                 |
| 7. Japanese Patent Appln. No.  |             | filed                 |
| 8. Japanese Patent Appln. No.  |             | filed                 |
| 9. Japanese Patent Appln. No.  |             | filed                 |
| 10. Japanese Patent Appln. No. |             | filed                 |
| 11. Japanese Patent Appln. No. |             | filed                 |

Certified copy(s) are annexed hereto and it is requested that these document(s) be placed in the file and made of record.

### MAILING CERTIFICATE

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first-class mail in an envelope addressed to: COMMISSIONER OF PATENTS & TRADEMARKS, Washington, DC 20231, on the date indicated below.

DEBRA BUONINCONTI

Name

*Debra Buoninconti*

Signature

MARCH 10, 2005

Date

BLA:db  
Enclosures

Respectfully submitted,

ADAMS & WILKS  
Attorneys for Applicant(s)

By:

*Bruce L. Adams*  
Bruce L. Adams  
Reg. No. 25,386

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2002年 8月12日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2002-234388

ST.10/C ]:

[JP2002-234388]

出 願 人  
Applicant(s):

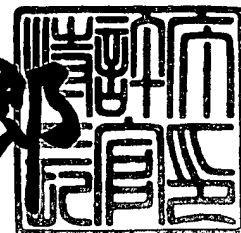
セイコーインスツルメンツ株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2003年 6月 3日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



【書類名】 特許願

【整理番号】 02000696

【提出日】 平成14年 8月12日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H02M 3/155

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツルメンツ株式会社内

【氏名】 福井 厚夫

【特許出願人】

【識別番号】 000002325

【氏名又は名称】 セイコーインスツルメンツ株式会社

【代表者】 入江 昭夫

【代理人】

【識別番号】 100096378

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂上 正明

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008246

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0103799

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スイッチングレギュレータ及びスロープ補正回路

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力電圧が入力される入力端子と、  
出力電圧を出力する出力端子と、  
前記入力端子と前記出力端子の間に接続されたコイルと、  
電流発振を防止するスロープ補正を行う信号を出力するスロープ補正回路と、  
基準電圧と、前記出力電圧又は前記出力電圧の分圧値を比較して信号を出力するエラーアンプと、

前記スロープ補正の出力信号と前記エラーアンプの出力信号とを演算し、得られた結果を用いて生成された信号により前記出力電圧を制御するスイッチと、を有し、

前記スロープ補正回路は、前記出力電圧に対応して、前記スロープ補正を行う信号を調整した信号を出力することを特徴とするスイッチングレギュレータ。

【請求項 2】 前記スロープ補正回路は、前記スロープ補正を行う信号の増加率又は減少率を前記コイルに流れる電流の減少率と比例するように調整した信号を出力することを特徴とする請求項 1 に記載のスイッチングレギュレータ。

【請求項 3】 前記スロープ補正回路は、前記スロープ補正を行う信号の増加率又は減少率を前記基準電圧と比例するように調整した信号を出力することを特徴とする請求項 1 に記載のスイッチングレギュレータ。

【請求項 4】 スイッチングレギュレータの電流発振を防止するスロープ補正を行う信号を出力するスロープ補正回路であって、

基準電圧と電源電圧の分圧値とを比較して信号を出力するオペアンプと、  
前記オペアンプからの信号が入力されるスイッチと、  
電源と接地電位の間に、前記スイッチに直列に接続されたミラー回路と、  
前記ミラー回路と接地電位の間に接続されたコンデンサと、  
を有し、

前記コンデンサと前記ミラー回路の間の電圧を、スロープ補正を行う信号として出力することを特徴とするスロープ補正回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、出力電圧に追従してスロープ補正の量を変化させるスイッチングレギュレータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

例えば、従来の電流モード降圧型スイッチングレギュレータとしては、図3のブロック図に示されるような回路が知られている。

【0003】

スイッチ107は入力電圧 $V_{IN}$ をコイル109に供給するためのものである。エラーアンプ101は、出力電圧 $V_{OUT}$ を抵抗110と抵抗111で分圧した電圧と、基準電圧源100から供給される基準電圧 $V_{REF}$ との差を増幅する。

【0004】

減算器103にて、エラーアンプ101の出力信号から、スロープ補正回路102から出力される補正ランプ波を減じたものがコンパレータ104の反転入力端子に入力される。スロープ補正回路102から出力される補正ランプ波は、図中に示したように発振器105の周期と同期した、のこぎり波状をしている。

【0005】

コンパレータ104の非反転入力端子には、スイッチ107に流れる電流の情報、あるいはコイル109に流れる電流の情報を電圧に変換したものが入力される。通常はスイッチ107、あるいはコイル109と直列に接続したセンス抵抗を用いて各素子に流れる電流を検出する。スイッチ107あるいはコイル109に流れる電流に比例した値が電圧情報としてコンパレータ104の非反転入力端子に入力されることとなる。

【0006】

出力電圧 $V_{OUT}$ が低いと、エラーアンプ101の出力は上昇するので、コンパレータ104の状態がLからHに遷移するには、より大きな値をコンパレータ

104の非反転入力端子に印加する必要がある。すなわち出力電圧 $V_{OUT}$ が低いと、スイッチ107あるいはコイル109により多くの電流を流すことでコンパレータ104の出力が反転する。コンパレータ104の出力は、SR-ラッチ106のリセット端子Rに入力される。

【0007】

SR-ラッチ106のセット端子Sには、発振器105が接続されており、発振器105からは図中に示したように一定周期のパルスが出力されている。SR-ラッチ106の出力端子Qはスイッチ107に接続されており、SR-ラッチ106の出力端子QがHのとき、スイッチ107がONする。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

例えば、上述の電流モード降圧型スイッチングレギュレータでは、電圧の入力端子と出力端子の間に接続されたコイルに流れる電流発振が生じる。この電流発振を防止するため、スロープ補正が必要となる。適切に電流発振を防止するためには、コイル電流の減少率（傾き）に対して、適切な量のスロープ補正を行う必要がある。

【0009】

しかし、電流モード降圧型スイッチングレギュレータの出力電圧 $V_{OUT}$ を可変とした場合、図3の従来の電流モード降圧型スイッチングレギュレータでは、出力電圧 $V_{OUT}$ の変化と共に、コイル109のコイル電流の減少率も変化するのに対し、スロープ補正回路から出力されるスロープ補正の量である補正ランプ波の増加率（傾き）は一定のため、スロープ補正の量が適切でなくなるという問題点があった。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記問題点を解決するために、本発明においては出力電圧 $V_{OUT}$ に応じてスロープ補正回路から出力されるスロープ補正の量である補正ランプ波の増加率を変化させる。

【0011】

本願発明において、入力電圧が入力される入力端子と、出力電圧を出力する出力端子と、前記入力端子と前記出力端子の間に接続されたコイルと、電流発振を防止するスロープ補正を行う信号を出力するスロープ補正回路と、基準電圧と、前記出力電圧又は前記出力電圧の分圧値を比較して信号を出力するエラーアンプと、前記スロープ補正の出力信号と前記エラーアンプの出力信号とを演算し、得られた結果を用いて生成された信号により前記出力電圧を制御するスイッチと、を有し、前記出力電圧に対応して、前記スロープ補正を行う信号を調整することを特徴とする。

## 【 0 0 1 2 】

また、本願発明において、前記スロープ補正回路は、前記スロープ補正を行う信号の増加率又は減少率を前記コイルに流れる電流の減少率と比例するように調整した信号を出力することを特徴とする。

## 【 0 0 1 3 】

また、本願発明において、前記スロープ補正回路は、前記スロープ補正を行う信号の増加率又は減少率を前記基準電圧と比例するように調整した信号を出力することを特徴とする。

## 【 0 0 1 4 】

また、スイッチングレギュレータの電流発振を防止するスロープ補正を行う信号を出力するスロープ補正回路であって、基準電圧と電源電圧の分圧値とを比較して信号を出力するオペアンプと、前記オペアンプからの信号が入力されるスイッチと、電源と接地電位の間に、前記スイッチに直列に接続されたミラー回路と、前記ミラー回路と接地電位の間に接続されたコンデンサと、を有し、前記コンデンサと前記ミラー回路の間の電圧を、スロープ補正を行う信号として出力することを特徴とする。

## 【 0 0 1 5 】

## 【発明の実施の形態】

スロープ補正回路から出力されるスロープ補正の量である補正ランプ波の増加率を、出力電圧  $V_{OUT}$  を変化させる目的で変動させる基準電圧  $V_{REF}$  に応じて変化させる。これにより、出力電圧が変化しても、適正なスロープ補正の量が



保たれるようにスイッチングレギュレータを構成することができる。

【0016】

【実施例】

以下に、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図1に、本発明の実施例であるスイッチングレギュレータのブロック図を一例として示す。

【0017】

スイッチ107は入力電圧 $V_{IN}$ をコイル109に供給するためのものである。エラーアンプ101は、出力電圧 $V_{OUT}$ を抵抗110と抵抗111で分圧した電圧と、基準電圧源200から供給される基準電圧 $V_{REF}$ との差を増幅する。

【0018】

減算器103にて、エラーアンプ101の出力信号から、スロープ補正回路102から出力される補正ランプ波を減じたものがコンパレータ104の反転入力端子に入力される。スロープ補正回路102から出力される補正ランプ波は、図中に示したように発振器105の周期と同期した、のこぎり波状をしている。

【0019】

コンパレータ104の非反転入力端子には、スイッチ107に流れる電流の情報、あるいはコイル109に流れる電流の情報を電圧に変換したものが入力される。通常はスイッチ107、あるいはコイル109と直列に接続したセンス抵抗を用いて各素子に流れる電流を検出する。スイッチ107あるいはコイル109に流れる電流に比例した値が電圧情報としてコンパレータ104の非反転入力端子に入力されることとなる。

【0020】

コンパレータ104の出力は、SRラッチ106のリセット端子Rに入力される。

【0021】

SRラッチ106のセット端子Sには、発振器105が接続されており、発振器105からは図中に示したように一定周期のパルスが出力されている。SRラッチ106の出力端子Qはスイッチ107に接続されており、SRラッチ

106の出力端子QがHのとき、スイッチ107がONする。

【0022】

図3に示した従来の電流モード降圧型スイッチングレギュレータと比較し、基準電圧源200を変化させることで出力電圧VOUTを可変にしている。さらに、この基準電圧源200の出力である基準電圧VREFをスロープ補正回路に入力して、スロープ補正の量である補正ランプ波の増加率を基準電圧VREFに応じて可変するようにしたものである。

【0023】

すなわち、出力電圧VOUTを変化させたときでもスイッチングレギュレータのスロープ補正の量を適切に保つには、出力電圧VOUTを変化させたことにより生じるコイル電流の減少率の変動に追従するようスロープ補正の量である補正ランプ波の増加率を変化させるものである。

【0024】

以下はスロープ補正の量である補正ランプ波の増加率を基準電圧VREFに比例して変化させた場合について詳細に説明する。

【0025】

例えば、降圧型スイッチングレギュレータの場合、スイッチ107がONしているときのコイル電流の増加率（傾き）MUは、コイル109のインダクタンスをLとすると、

$$MU = (V_{IN} - V_{OUT}) / L \quad (1)$$

でおおよそ与えられ、スイッチ107がOFFしているときのコイル電流の減少率（傾き）MDは、おおよそ

$$MD = V_{OUT} / L \quad (2)$$

となる。

【0026】

特に、電流モード降圧型スイッチングレギュレータの電流発振に関しては、コイル電流の増加率MUは無関係であり、コイル電流の減少率MDのみを考慮すればよいので、以下はコイル電流の減少率についてのみ記述する。

【0027】

出力電圧  $V_{OUT}$  は、基準電圧源 100 の出力電圧である基準電圧を  $V_{REF}$  とし、抵抗 110、111 の抵抗値をそれぞれ  $R_{110}$ 、 $R_{111}$  とすると、

$$V_{OUT} = (1 + R_{110} / R_{111}) \times V_{REF} \quad (3)$$

となるので、(3) 式を (2) 式に代入すると、

$$MD = (1 + R_{110} / R_{111}) \times V_{REF} / L \quad (4)$$

となる。一方スロープ補正回路から出力されるスロープ補正の量である補正ランプ波の増加率（傾き） $MC$  を、

$$MC = K \times V_{REF} \quad (K \text{ は比例定数}) \quad (5)$$

ど、基準電圧  $V_{REF}$  に比例するようにすると、(4) 式と (5) 式から、

$$MC / MD = K \times L / (1 + R_{110} / R_{111}) \quad (6)$$

となり、スロープ補正の量である補正ランプ波の増加率  $MC$  とコイル電流の減少率  $MD$  の比は一定となることが分かる。

#### 【0028】

これより、スロープ補正の量である補正ランプ波の増加率  $MC$  を、出力電圧  $V_{OUT}$  を変化させる目的で変動させる基準電圧  $V_{REF}$  に比例させることで、出力電圧  $V_{OUT}$  に対して、スロープ補正の量である補正ランプ波の増加率  $MC$  とコイル電流の減少率  $MD$  の比を一定にすることが可能となる。結果として、出力電圧  $V_{OUT}$  に対して、適切なスロープ補正の量を保った電流モード降圧型スイッチングレギュレータを構成できる。

#### 【0029】

以上では、スロープ補正の量である補正ランプ波の増加率を基準電圧  $V_{REF}$  に比例して変化させた場合について詳細に説明したが、必ずしもスロープ補正の量である補正ランプ波の増加率  $MD$  の変化が基準電圧  $V_{REF}$  に比例していなくとも、補正ランプとコイル電流の減少率との関係が、比例関係であれば本発明の効果は奏される。

#### 【0030】

すなわち、電流モード降圧型スイッチングレギュレータの発振を防止するためにはスロープ補正の量である補正ランプ波の増加率  $MC$  とコイル電流の減少率  $MD$  の比の値が重要である。

## 【0031】

図1に示した実施例では補正ランプ波が増加する場合について説明しているが、補正ランプ波を減少するようにして減算器103を加算器としても同様な効果を与えることができる。この場合は、スロープ補正の量は補正ランプ波の減少率となる。

## 【0032】

このように、図1に示した実施例とは異なる回路構成でも本発明の図1の回路構成と同等の効果を得ることは可能である。

## 【0033】

次に、スロープ補正回路の具体的な回路構成について説明する。図2に基準電圧VREFの変化に対して比例した補正ランプ波を発生させる回路の1つの例を示す。

## 【0034】

ミラー回路を構成するトランジスタ153、154のゲート電極は共通に接続されており、電圧源等と接地電位の間に並列に接続されている。オペアンプ150に基準電圧源200と抵抗151の電圧が入力され、トランジスタ152のゲート電極に信号を出力する。トランジスタ154とコンデンサ155とが直列に接続されており、トランジスタ154とコンデンサ155の接続点から、のこぎり波である補正ランプ波が出力される。

## 【0035】

ここで、基準電圧源200の出力電圧をVREFとし、抵抗151の抵抗値をR151とすると、抵抗151に流れる電流I151は、

$$I151 = VREF / R151 \quad (7)$$

となる。

## 【0036】

簡単のためにPチャネル・エンハンスメント型MOSトランジスタ153と154のサイズが同じとすると、Pチャネル・エンハンスメント型MOSトランジスタ154に流れる電流I154は抵抗151に流れる電流I151と等しくなる。

【0037】

すなわち、

$$I_{154} = V_{REF} / R_{151} \quad (8)$$

となる。

【0038】

この電流がコンデンサ155に流入するので、コンデンサ155の端子電圧 $V_{RAMP}$ の増加率 $MR$ は、コンデンサ155の容量値を $C_{155}$ とすると、

$$MR = I_{154} / C_{155} = V_{REF} / R_{151} / C_{155} \quad (9)$$

となる。抵抗151の抵抗値 $R_{151}$ とコンデンサ155の容量値 $C_{155}$ は固定値であるから、コンデンサ155の端子電圧 $V_{RAMP}$ の増加率 $MR$ は基準電圧 $V_{REF}$ に比例することが(9)式より分かる。

【0039】

すなわち、コンデンサ155の端子電圧 $V_{RAMP}$ を補正ランプ波に利用すれば、基準電圧 $V_{REF}$ の変化に対して比例した補正ランプ波が得られる。なお、他の回路構成でも本発明の図2の回路構成と同等の結果を得ることは可能であり、本発明は図2の回路構成のみに言及したものではない。

【0040】

【発明の効果】

出力電圧 $V_{OUT}$ を変更するために、基準電圧 $V_{REF}$ を可変すると共に、それに比例するようにスロープ補正回路から出力されるスロープ補正の量である補正ランプ波の増加率も可変することで、出力電圧 $V_{OUT}$ が変化しても、適切なスロープ補正の量を保ったスイッチングレギュレータを構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の電流モード降圧型スイッチングレギュレータのブロック図である。

【図2】

基準電圧 $V_{REF}$ の変化に対して比例した補正ランプ波を発生させるスロープ補正回路である。

【図3】

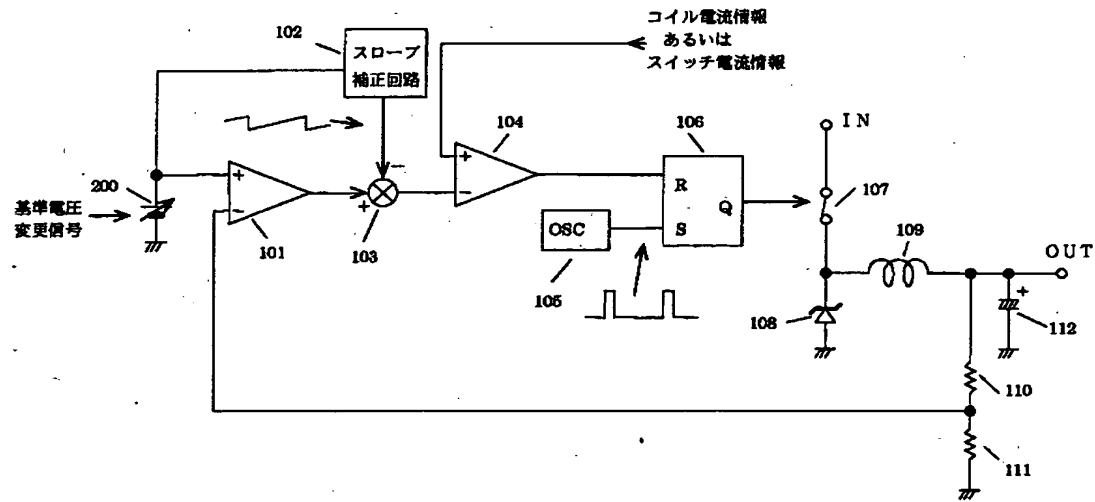
従来の電流モード降圧型スイッチングレギュレータのブロック図である。

【符号の説明】

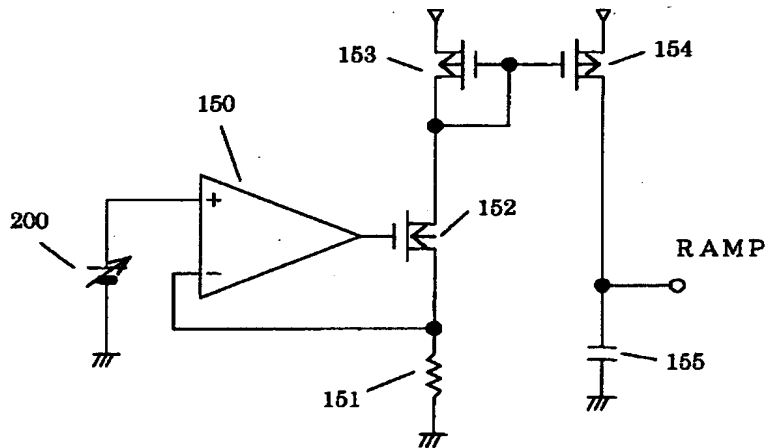
- 100 基準電圧源
- 101 エラーアンプ
- 102 スロープ補正回路
- 103 減算器
- 104 コンパレータ
- 105 発振器
- 106 SR-ラッチ
- 107 スイッチ
- 108 ダイオード
- 109 コイル
- 110、111 抵抗
- 112 コンデンサ
- 150 オペアンプ
- 151 抵抗
- 152 Nチャネル・エンハンスメント型MOSトランジスタ
- 153、154 Pチャネル・エンハンスメント型MOSトランジスタ
- 155 コンデンサ

【書類名】 図面

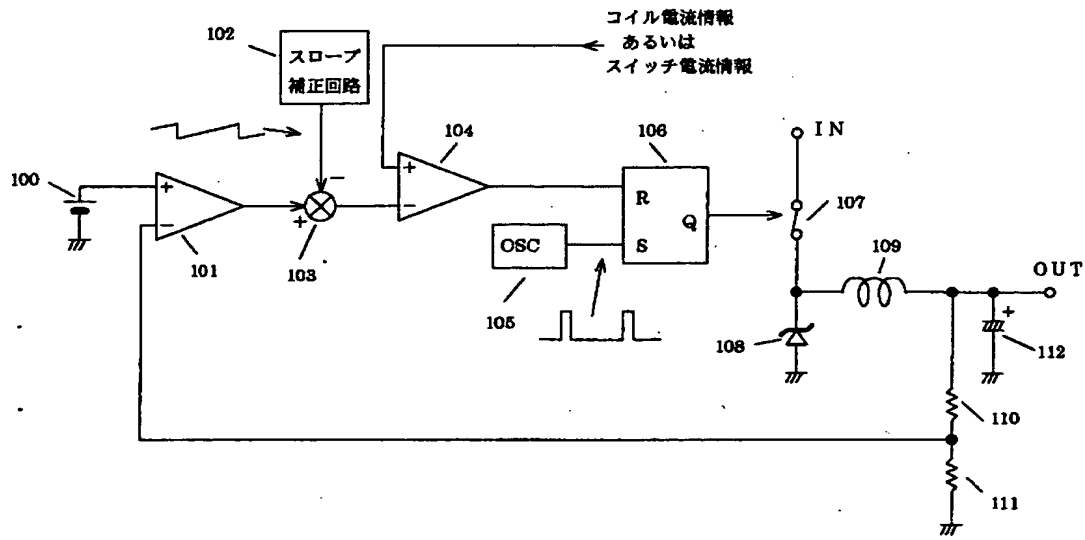
【図 1】



【図 2】



【図 3】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 出力電圧  $V_{OUT}$  が変化に対し、適切なスロープ補正の量を保つことが可能なスイッチングレギュレータの提供。

【解決手段】 入力電圧が入力される入力端子と、出力電圧を出力する出力端子と、前記入力端子と前記出力端子の間に接続されたコイルと、電流発振を防止するスロープ補正を行う信号を出力するスロープ補正回路と、基準電圧と、前記出力電圧又は前記出力電圧の分圧値を比較して信号を出力するエラーアンプと、前記スロープ補正の出力信号と前記エラーアンプの出力信号とを演算し、得られた結果を用いて生成された信号により前記出力電圧を制御するスイッチと、を有する。前記スロープ補正回路は、前記出力電圧に対応して、前記スロープ補正を行う信号を調整した信号を出力する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002325]

1. 変更年月日 1997年 7月23日

[変更理由] 名称変更

住 所 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地

氏 名 セイコーインスツルメンツ株式会社